

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-72838

(P2002-72838A)

(43)公開日 平成14年3月12日(2002.3.12)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 3 H 1/26

識別記号

F I

G 0 3 H 1/26

テマコード(参考)

2 K 0 0 8

審査請求 未請求 請求項の数1 O.L (全7頁)

(21)出願番号

特願2000-266161(P2000-266161)

(22)出願日

平成12年9月1日(2000.9.1.)

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72)発明者 今井 鮎之

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

(72)発明者 八木 生剛

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

(74)代理人 100064908

弁理士 志賀 正武

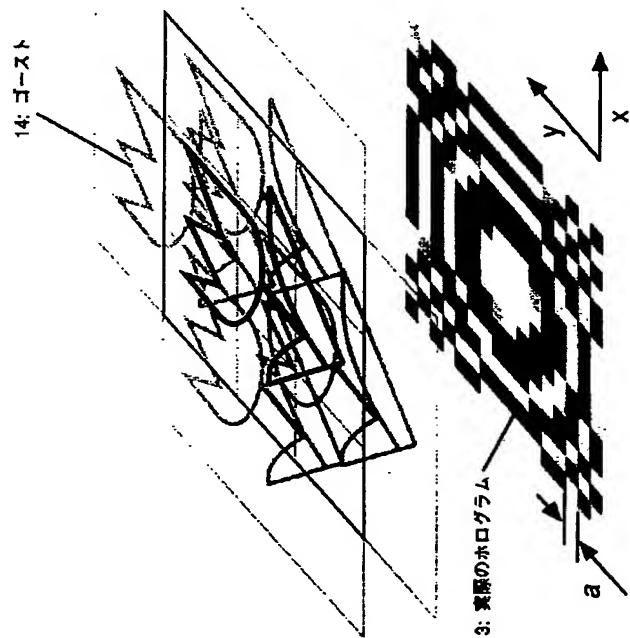
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ホログラム情報記録媒体

(57)【要約】

【課題】 ホログラムから再生された画像の画質の劣化を防止し、またはホログラムに記録された情報の読み出し誤りの発生を抑制すること。

【解決手段】 ホログラム情報記録媒体において、導路面内に作製されるホログラムの標本化のピッチ  $a$  を、再生に用いる光の空気中での波長  $\lambda_0$  よりも小さいか、又は同一であるようにする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】ホログラム情報記録媒体において、導路面内に作製されるホログラムの標本化のピッチ $a$ が、再生に用いる光の空気中での波長 $\lambda_0$ よりも小さいか、又は同一であることを特徴とするホログラム情報記録媒体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、再生専用のホログラム情報記録媒体に係り、特に磁気カードやICカードのように、持ち運び容易なメモリカードとしての利用に好適な再生専用のホログラム情報記録媒体に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、ポケットに入れて持ち運びが可能であって、安価且つ偽造の危険性が少ない情報記録媒体として、再生専用多重ホログラムカード（以下ホログラムカードと略記する）が考案されている。図1はホログラムカードの断面構造と情報再生の原理を説明する図である。同図において、ホログラムカード5は屈折率の高い層（コア層1と称する）と屈折率の低い層（クラッド層2と称する）を交互に積層した構造で特徴づけられる。図1に示されているように、レンズ3で絞り込んだレーザ光4を、このホログラムカード5の側方端面に照射すると、レーザ光4はコア層1近傍に閉じ込められてホログラムカード5内を進行する。

【0003】この光を導波光6と称し、導波光6の光エネルギーが集中するコア層1近傍の領域をスラブ導波路または単に導波路と称する。1つの導波路は1つのコア層1と隣接するクラッド層2の一部を含む。ホログラムカード5は、各導波路がホログラムを備えることをもう一つの特徴としている。導波路を伝搬する導波光6は、あらかじめ作り込まれた散乱要因7によって導波路外へ散乱されるが、散乱要因7は全体としてホログラムとして機能するように設計されており、このために散乱光は互いに干渉し、全体としては上方向または下方向に進み、ホログラムカード5外の一平面内で像を結ぶ光となる。この光を回折光8と称し、像を再生画像（ホログラム像）9と称する。

【0004】ホログラム像9は導波路内のホログラムの情報を含んでおり、この像をCCD等の撮像素子で観測することにより、情報読み出しを行う。さらに、レンズ3によるレーザ光4の絞り込みが適切であれば、導波路のうちの一つのみに導波光を伝搬させることができため、各導波路に作り込まれたホログラム情報を独立に読み出すことができる。ホログラムカードに関する技術の中で、撮像素子での情報読み出しに好適なホログラム像を生成するようなホログラムを作成する技術が重要である。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来のホログラムカ-

ドでは、ホログラムの生成は数値計算によって行っており、この場合は、画像の重ね写り現象が起こって、画質を劣化させるか、または高い確率で読み取り誤りが発生していた。本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、ホログラムから再生された画像の画質の劣化を防止し、またはホログラムに記録された情報の読み出し誤りの発生を抑制することができるホログラム情報記録媒体を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、ホログラム情報記録媒体において、導路面内に作製されるホログラムの標本化のピッチ $a$ が、再生に用いる光の空気中での波長 $\lambda_0$ よりも小さいか、又は同一であることを特徴とする。

## 【0007】

【発明の実施の形態】図2は、ホログラム情報記録媒体から再生された画像とホログラム情報記録媒体に記録されたホログラムとの関係を説明する図である。同図において導波光6はホログラム情報記録媒体に記録されたホログラム12によって導波路面10に対して概ね垂直な方向へ回折され、ホログラム情報記録媒体のホログラム記録面と平行なある平面内にて像を結ぶ。この平面を結像面11と称する。従って、結像面11に撮像素子を置いて再生画像（ホログラム像）の観測が行われる。結像面11内でのスカラー光電磁場をフェイザー表示で

## 【0008】

## 【数1】

$$U_i(x,y) \quad (1)$$

と記す場合、撮像素子で実際に観測されるのは光強度分布 $I$ であり、次式に示すようにスカラー光電磁場の絶対値の自乗である。

## 【数2】

$$I(x,y) = |U_i(x,y)|^2 \quad (2)$$

つまり、この光強度分布 $I$ が再生画像9であると言える。媒体作製に際しては、式(2)を満たすようなスカラー光電磁場を結像面11内で生成するようなホログラムを設計することになる。設計ではまず、導波路面10内でどのようなスカラー光電磁場を用意すれば結像面11内で目的とするスカラー光電磁場 $U_i$ が得られるかを予測する。予測された導波路面10内のスカラー光電磁場を

## 【0009】

## 【数3】

$$U_w(x,y) \quad (3)$$

と記す。スカラー光電磁場 $U_w$ が分かれれば、ホログラムは例えば、

## 【数4】

$$U_w(x,y)\exp(-j\beta x)$$

のようなものにすればよい。ただし、 $j$  は虚数単位、 $\beta$  は導波路の伝搬定数とする。ところで、再生画像9を忠実に生成するような導波路面内でのスカラー光電磁場 $U_w$ は、理想的には連続的に変化するものであり、従ってホログラム12も図2に示すように連続的に変化するものである。しかし、従来はスカラー光電磁場 $U_w$ の予測には数値計算を用いており、従って、得られる数値は一

$$U_{ws}(x,y) = \sum_{mn} U_w(ma,na) \text{rect}\left(\frac{x-ma}{a}\right) \text{rect}\left(\frac{y-na}{a}\right) \quad (5)$$

と書くことができ、式(3)で表わされる理想的なスカラー光電磁場との違いが判る。ただし、関数 $\text{rect}$ は、次

$$\text{rect}(x) = \begin{cases} 1 & (|x| \leq 1/2) \\ 0 & (|x| > 1/2) \end{cases}$$

また $a$ は導波路内に作製されるホログラムの標本化ピッチで、図3に示すようにホログラム13を構成する単位正方形（ユニットセルと称する）の一辺の長さである。

【0011】このように、本来は連続なホログラムを有限個の代表点で近似的に置き換えることを、デジタル信号処理の分野での用語に習い、標本化（サンプリング）と称する。標本化したホログラム13でも、目的とする画像はほぼ忠実に再生されるが、画像の重ね写り現象が起きる。図3に示したように、目的とした画像とほぼ同形の画像が、元の位置から上下（y方向）、左右（x方向）にずれて生成される。本来目的とした画像の周りに生成されるこれらの像を、テレビ受像機で電波の反射のために発生する同様な現象にない、ゴースト1

$$\sin \theta_0 = \frac{\lambda_0}{a}$$

ここで、 $\lambda_0$ は空気中での光の波長である。ただし、 $\theta_0$ はゴースト14を生成する光の空気中での進行方向を表すものであり、媒体内部での進行方向は異なる。

$$\sin \theta_1 = \frac{\lambda_0}{n_1 a}$$

で与えられる。 $n_1$ はクラッド層の屈折率である。常に $\sin x \leq 1$ であることから、式(8)では $\lambda_0 \leq n_1 a$ なる条件は許されるが、式(7)からすると $\lambda_0 > a$ なる条件は許されないことが判る。これは、 $a < \lambda_0 \leq n_1 a$ の範囲では、ゴーストの因子となる光は発生するが、媒体表面で全反射されて外には出てこないことを意味する。また $a = \lambda_0$ であっても、ゴースト因子の光は媒体表面に沿って進むためやはり媒体の外には出ないことから、 $a \leq \lambda_0$ が満たされればゴーストは像としては観測されず、ノイズとなることを防ぐことができる。

【0014】ここまで、 $x$ 方向と $y$ 方向とでホログラム13の標本化ピッチは等しく $a$ として説明してきた。しかしながら、当然のことながら本発明はこの形態に限定されるものではない。図5はホログラム13の他の標

(4)

定間隔おきで、このために図3に示すように実際に作製されるホログラム13はモザイク状になり、理想的なホログラムからは誤差がある。

【0010】このとき、実際の導波路面内でのスカラー光電磁場は例えば、

【数5】

式で定義される。

【数6】

(5)

(6)

4と称する。ゴースト14は、元の画像と比較して強度は弱いものの、時として再生画像の認知に大きな支障を来すことがあった。

【0012】ゴースト14の出現する位置は、ユニットセルサイズ $a$ に依存する。図4はホログラム13、目的とする再生画像9、ゴースト14の位置関係を説明する図である。同図に示したように、目的とする再生画像9を生成する光は、概ね導波路面に対して垂直方向へ進むが、これに対してゴースト14を生成する光は $\theta_0$ だけ傾いた方向に進む。この角度 $\theta_0$ は、目的とする再生画像9の上下左右に発生する4つのゴースト全てに共通で、概ね次式で与えられる。

【数7】

(7)

【0013】媒体内の光の進行する角度 $\theta_1$ は、スネルの法則より、

【数8】

(8)

本化形態を説明するもので、上から見たホログラムの拡大図である。図5(a)は、図3の標本化形態とほぼ同じものであるが $x$ 方向と $y$ 方向とで標本化ピッチを異にする形態である。この場合、それぞれのピッチを $a_x$ 、 $a_y$ とすると、 $a_x \leq \lambda_0$ が満たされれば元の画像の左右に発生するゴーストが除去され、 $a_y \leq \lambda_0$ が満たされれば上下のゴーストが除去される。したがって、 $a_x$ 、 $a_y$ 共に波長 $\lambda_0$ 以下とすれば、全てのゴーストを除去することができる。

【0015】また、図5(b)のように、蜂の巣状にホログラムを標本化する形態もあり得る。この場合も、同図に示したような標本化ピッチ $a_h$ を空気中での波長を越えないように、すなわち $a_h \leq \lambda_0$ となるように設計すれば、ホログラム再生時に発生するゴーストを除去する

ことができる。なお、本発明の効果はユニットセルの形状とは殆ど関係なく、どのような形状にしても良い。例えば、図5(a)のような標本化形態では、各辺の長さを $a_x$ 、 $a_y$ とする長方形状のユニットセルとし、あるいは図5(b)のような標本化形態では六角形状のユニットセルを用いるのが自然である。

【0016】次に本発明の実施の形態に係るホログラム情報記録媒体の実施例について説明する。本実施例では、ホログラム再生には波長 $680\text{ nm}$ の半導体レーザを用いることとし、一辺 $1.675\mu\text{m}$ の正方形のユニットセルを用いるもの、一辺 $0.583\mu\text{m}$ の正方形のユニットセルを用いるものという2種類のホログラムを、数値計算により作製した。これらのホログラムそれぞれを具備するホログラムカードを作製し、実際に $680\text{ nm}$ の半導体レーザの光を導波させたところ、どちらともほぼ目的とする画像が再生された。

【0017】しかし、 $1.675\mu\text{m}$ のユニットセルを用いるものではゴーストが元の画像に重なり、非常にノイズが多い像となった。一方、標本化ピッチ、すなわちユニットセルの一辺の長さ $a$ と再生する光の空气中での波長 $\lambda_0$ との関係が $a \leq \lambda_0$ の条件を満たす一辺の長さが $0.583\mu\text{m}$ のユニットセルを用いるものでは、一辺の長さが $1.675\mu\text{m}$ の正方形のユニットセルの場合に見られるようなゴーストは全く確認されず、目的とする画像がきれいに再生され、ホログラムに記録された情報の読み出し誤りエラーも大幅に減少した。

#### 【0018】

【発明の効果】以上に述べたように、本発明によれば、ホログラム情報記録媒体において、導路面内に作製されるホログラムの標本化のピッチ $a$ が、再生に用いる光の空气中での波長 $\lambda_0$ よりも小さいか、又は同一であるよ

うにしたので、再生専用多重ホログラムカードにおいて再生画像の画質の劣化が防止され、またはホログラムに記録された情報の読み出し誤り発生を著しく抑制することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 ホログラムカードの構造と情報再生の原理を示す説明図。

【図2】 画像を再生するのに理想的なホログラムと再生される目的とする画像との関係を示す説明図。

【図3】 数値計算で作成される実際のホログラムと再生される画像との関係を示す説明図。

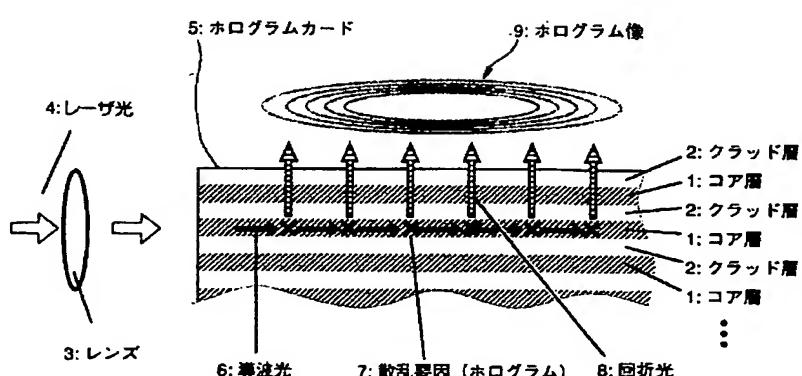
【図4】 ホログラムから再生された目的とする再生画像とゴーストとの位置関係を示す説明図。

【図5】 本発明の実施の形態に係るホログラム作製時における標本化方法の各例を示す説明図。

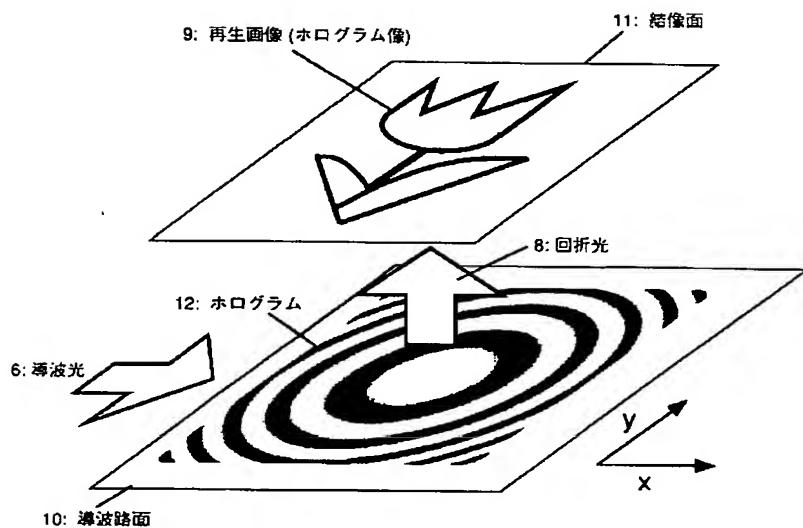
#### 【符号の説明】

- 1 コア層
- 2 クラッド層
- 3 レンズ
- 4 レーザ光
- 5 ホログラムカード
- 6 導波光
- 7 散乱要因（ホログラム）
- 8 回折光
- 9 ホログラム像
- 10 導路面
- 11 結像面
- 12 理想的なホログラム
- 13 実際のホログラム
- 14 ゴースト

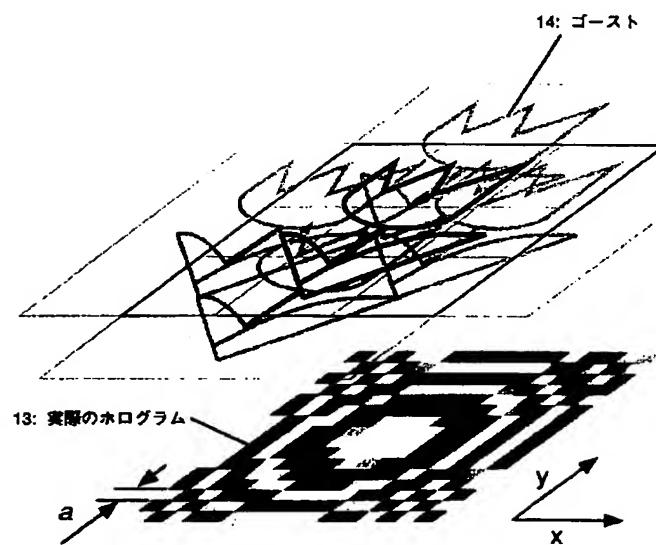
【図1】



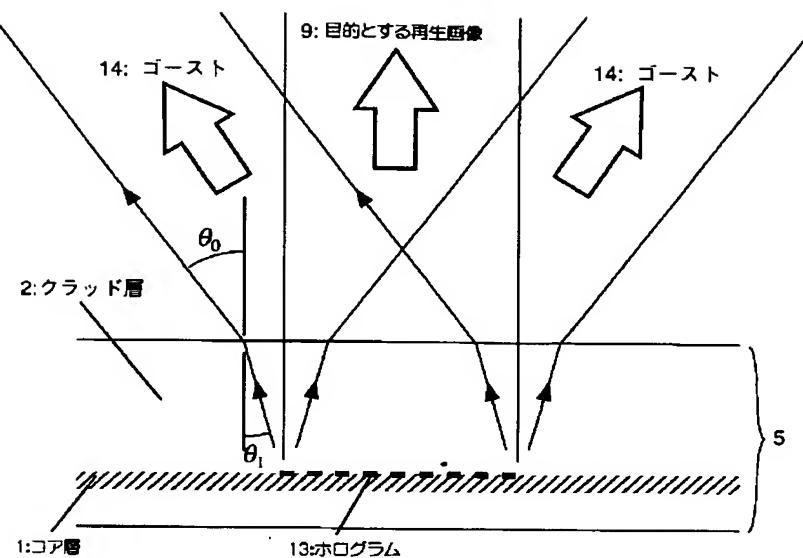
【図2】



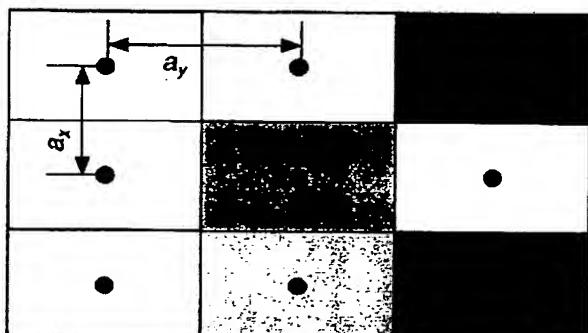
【図3】



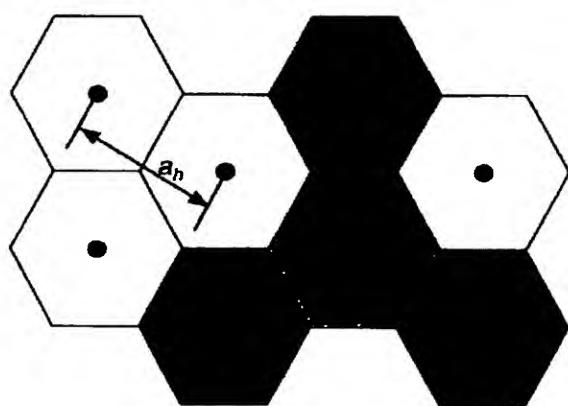
【図4】



【図5】



(a) x方向とy方向とで異なる標本化ピッチを用いるとき



(b) 蜂の巣状の標本化方法

フロントページの続き

(72) 発明者 館 彰之  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
本電信電話株式会社内

F ターム(参考) 2K008 AA04 AA08 AA13 CC01 CC03  
DD02 EE04 FF07 HH01 HH06  
HH28